



ChinaSkills

2021 年全国职业院校技能大赛

中职组

机电一体化设备组装与调试赛项

任

务

—

2021 年 6 月 长沙

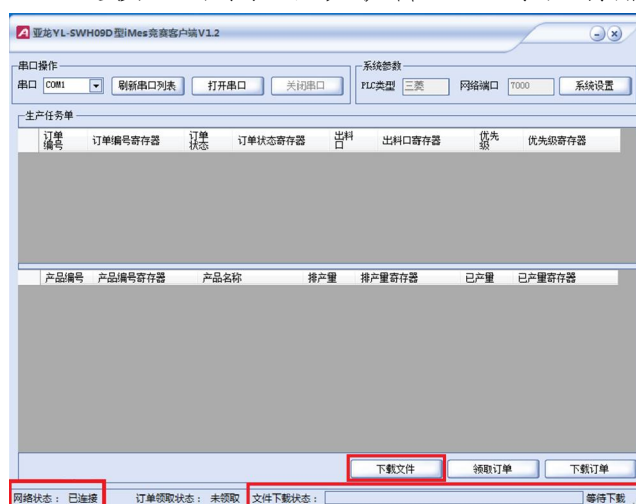
联轴器自动分选生产线安装

工作目标: 按任务书的要求完成联轴器自动分选生产线的机械设备安装、电路及气路安装与调试，并完成测试程序的编写及调试，竞赛结束后，在现场裁判的监督下填写安装情况记录单。

工作时间: 6 小时（8:30 ~ 14:30）

注意事项:

1. 竞赛全程佩戴安全帽；
2. 设备上电前，必须请示现场裁判；
3. 竞赛结束前，做好本工位的清洁卫生及相关工具整理。
4. 技术手册下载，下载方法为：双击电脑桌面上的“**亚龙 YL-SWH09D 型 iMes 竞赛客户端**”图标，打开软件，软件界面左下角的网络状态显示为“已连接”，则表示该软件已经与现场服务器连接。



点击界面下方的【下载文件】按钮，开始下载“设备调试程序”，如果文件下载状态栏显示“下载完毕”，则相关技术手册与工程文件以压缩包格式存储在计算机 D 盘的根目录下。

一、单元组装

1. 按《料盘组装图》(图号 01) 组装联轴器供料盘;
2. 按《工具快换站组装图》(图号 02) 组装工业机器人手爪库;
3. 按《工件回收库组装图》(图号 03) 组装工件回收库;
4. 按《立体仓库组装图》(图号 04) 组装五层立体仓库;
5. 按《高度检测组件组装图》(图号 05) 组装超声波传感器支架;
6. 按《供料输送单元组装图》(图号 06) 组装该皮带输送机构;
7. 按《分选输送单元组装图》(图号 07) 组装该皮带输送机构;
8. 按《直角坐标机械手组装图》(图号 08) 组装直角坐标机械手上的手抓托盘和警示灯(注: 根据图示位置关系, 仅需安装托盘和警示灯)。

二、联轴器自动分选生产线安装

(一) 联轴器自动分选生产线布局及安装

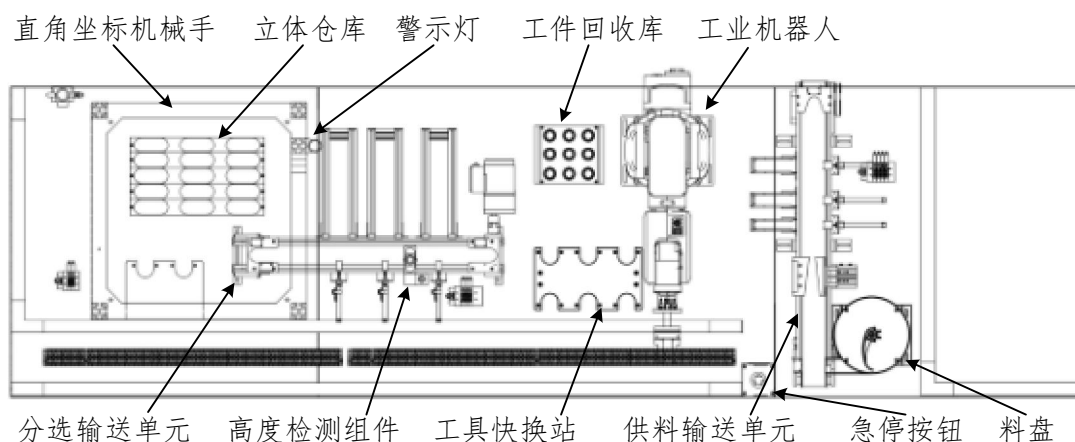


图 1 联轴器自动分选生产线示意图

联轴器自动分选生产线如图 1 所示(选手操作时站在端子排一侧), PLC、电源、以及相关电机驱动器已经安装在设备台面下的控制

板上。生产线由两台 PLC 进行控制，PLC 安装在设备平台下，中间位置的抽屉式控制板上，其布局如图 2 所示，靠近工业机器人侧的 PLC 作为主站，靠近直角坐标机械手的 PLC 作为从站。主站 PLC 负责料盘、供料输送单元以及与工业机器人的交互控制；从站 PLC 完成分选输送单元和直角坐标机械手的交互控制。

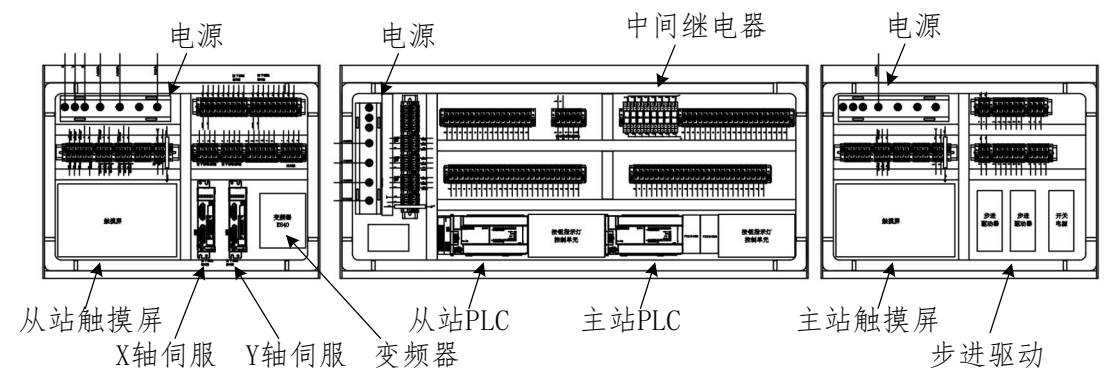


图 2 控制台布局图

工业机器人和直角坐标机械手已经安放在工作台上，请根据《联轴器自动分选生产线布局图》（图号 09）所示的各单元位置关系（没有标注定位尺寸的请自行确定），完成智能制造生产线的搭建。

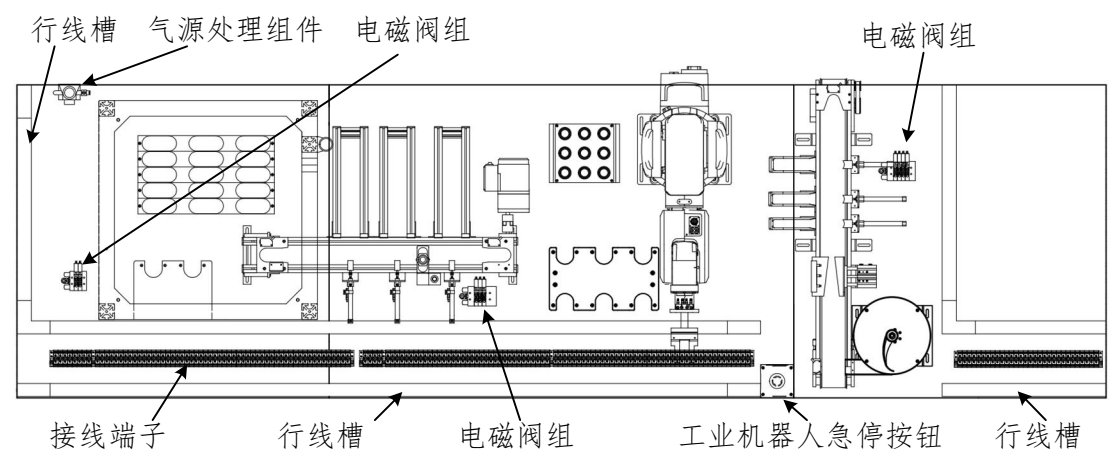


图 3 气源处理组件、电磁阀组、接线端子等器件布局示意图

按图 3 所示位置安装行线槽、端子排和电磁阀组（选用 ABB 机器人的选手需要额外安装电磁阀组，请自行确定安装位置）。

直角坐标机械手相关的传感器已经安装好，请根据图 4 和图 5 所

示的位置安装其余的传感器。

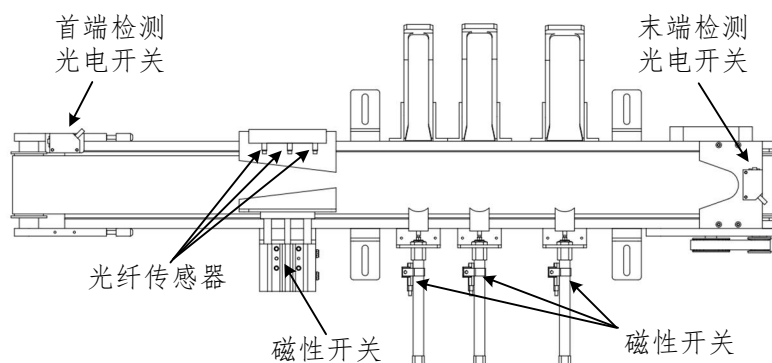


图 4 供料输送单元传感器安装位置示意图

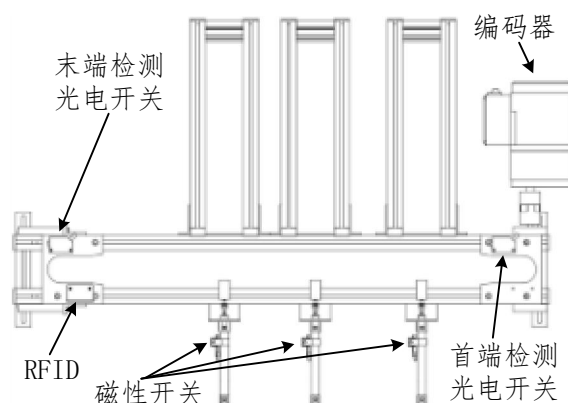


图 5 分选输送单元传感器安装位置示意图

(二) 电路连接

1. 电源与接地

整条生产线的电源已经引入到控制台上，如图 2 所示，请正确连接系统中 PLC、触摸屏、各种电机驱动器、工业机器人等设备的电源接线；图 1 中所示的各单元或组件均需连接接地线。

注意：

1) 选择三菱系统的 PLC 输入电源为 AC220V，L 接火线和 N 接零线；I/O 扩展模块输入电源为 DC24V。

2) 选择西门子系统的 PLC 输入电源为 DC24V；交换机电源为 DC24V。

2. PLC 及工业机器人 I/O 连接

根据表 1~4 所示 PLC 的 I/O 地址连接相关电路，连接的电路应符合工艺规范要求。工业机器人数字输出端需通过中间继电器后再接到 PLC 的输入端。表 1~4 中，明确了线号管标识的，请根据表中的标识打印线号管，没有明确的，请自行确定相应标识。

表 1 主站 PLC 输入地址分配表

输入端子		功能说明	线号管标识	备注
三菱	西门子			
X0	I0.0	首端检测光电开关		
X1	I0.1	末端检测光电开关		
X2	I0.2	大料检测		
X3	I0.3	中料检测		
X4	I0.4	小料检测		
X5	I0.5	卡料到位		
X6	I0.6	推料一到位		
X7	I0.7	推料二到位		
X10	I1.0	推料三到位		
X24	I2.4	启动按钮	Start - 1	
X25	I2.5	停止按钮	Stop - 1	
X26	I2.6	选择开关	SW - 1	
X27	I2.7	急停按钮	E - Stop - 1	
X30	I3.0	机器人 DO1	Rob - DO1	
X31	I3.1	机器人 DO2	Rob - DO2	
X32	I3.2	机器人 DO3	Rob - DO3	
X33	I3.3	机器人 DO4	Rob - DO4	
X40	I3.4	机器人 DO5	Rob - DO5	
X41	I3.5	机器人 DO6	Rob - DO6	
X42	I3.6	机器人 DO7	Rob - DO7	
X43	I3.7	机器人 DO8	Rob - DO8	

表 2 主站 PLC 输出地址分配表

输出端子		功能说明	线号管标识	备注
三菱	西门子			
Y0	Q0.0	传送带脉冲	PUL	
Y3	Q0.2	传送带方向	DIR	
Y5	Q0.5	驱动直流电机		

Y6	Q0.6	驱动卡料		
Y7	Q0.7	驱动推料一		
Y10	Q1.0	驱动推料二		
Y11	Q1.1	驱动推料三		
Y25	Q2.5	HL1 黄灯（指示灯）	HL - Y - 1	
Y26	Q2.6	HL2 绿灯（指示灯）	HL - G - 1	
Y27	Q2.7	HL3 红灯（指示灯）	HL - R - 1	
Y30	Q8.0	机器人 DI1	Rob - DI1	
Y31	Q8.1	机器人 DI2	Rob - DI2	
Y32	Q8.2	机器人 DI3	Rob - DI3	
Y33	Q8.3	机器人 DI4	Rob - DI4	
Y40	Q8.4	机器人 DI5	Rob - DI5	
Y41	Q8.5	机器人 DI6	Rob - DI6	
Y42	Q8.6	机器人 DI7	Rob - DI7	

注：

(1) ABB 机器人：

ABB 机器人采用外部 PLC 控制方式控制机器人快抓手的更换及夹紧，通过机器人输出 D07 控制快换夹具的更换（抓取与放置），当 Set D07 时机器人吸取夹具；当 Reset D07 时机器人放置夹具。通过机器人 D08 控制夹具手抓的夹紧与松开，当 Set D08 时机器人手抓夹紧；当 Reset D08 时机器人手抓松开。

由于电磁阀采用的是双电控的，所以为保证夹具的正常控制需要在 PLC 内编辑控制程序，当 PLC X42（I3.6）得电时（Set D07），PLC 先复位 Y012（Q1.2）（机器人快换松）然后置位 Y013（Q1.3）（机器人快换紧），才可控制电磁阀动作，使机器人吸取手抓。当需要放置手抓时（Reset D07），同样需要先复位 Y013（Q1.3）（机器人快换紧），然后置位 Y012（Q1.2）（机器人快换松），才可使电磁阀动作放下手抓。手抓的夹紧与松开原理同上。（本段描述中，PLC 的 I/O 仅供参考。）

(2) FANUC 机器人：

FANUC 机器人采用的是内部控制的方式控制机器人快抓手的更换及夹紧，当机器人内部信号 R0[1]=ON 时，机器人吸取夹具；当机器人内部信号 R0[1]=OFF 时，机器人放置夹具。当机器人内部信号 R0[3]=ON 时，机器人手抓夹紧；当机器人内部信号 R0[3]=OFF 时，机器人手抓松开。

表 3 从站 PLC 输入地址分配表

输入端子		功能说明	线号管标识	备注
三菱	西门子			
X0	I0.0	编码器 A 相	Encoder - A	
X1	I0.1	编码器 B 相	Encoder - B	
X2	I0.2	X 轴左限位		
X3	I0.3	X 轴原点		

X4	I0.4	X 轴右限位		
X5	I0.5	Y 轴左限位		
X6	I0.6	Y 轴原点		
X7	I0.7	Y 轴右限位		
X10	I1.0	Z 轴下降限位		
X11	I1.1	Z 轴上升限位		
X12	I1.2	首端检测光电开关		
X13	I1.3	末端检测光电开关		
X14	I1.4	推料一伸出检测		
X15	I1.5	推料二伸出检测		
X16	I1.6	推料三伸出检测		
X24	I2.4	起动按钮	Start - 2	
X25	I2.5	停止按钮	Stop - 2	
X26	I2.6	选择开关	SW - 2	
X27	I2.7	急停按钮	E - Stop - 2	
自定	自定	超声波信号（高度检测）		4-20mA

表 4 从站 PLC 输出地址分配表

输出端子		功能说明	线号管标识	备注
三菱	西门子			
Y0	Q0.0	X 轴脉冲信号		
Y1	Q0.1	Y 轴脉冲信号		
Y2	Q0.3	Z 轴脉冲信号		
Y3	Q0.2	X 轴方向信号		
Y4	Q0.7	Y 轴方向信号		
Y5	Q1.0	Z 轴方向信号		
Y6	Q1.1	机械手快换松		
Y7	Q1.2	机械手快换紧		
Y10	Q1.3	机械手手爪松		
Y11	Q1.4	机械手手爪紧		
Y12	Q0.4	警示灯黄	ALM - Y	
Y13	Q0.5	警示灯绿	ALM - G	
Y14	Q0.6	警示灯红	ALM - R	
Y15	Q1.5	驱动推料一		
Y16	Q1.6	驱动推料二		
Y17	Q1.7	驱动推料三		
Y20	Q2.0	变频器正转	UF - FWD	
Y21	Q2.1	变频器反转	UF - REV	
Y22	Q2.2	变频器高速	UF - H	
Y23	Q2.3	变频器低速	UF - L	
Y25	Q2.5	HL1 黄灯（指示灯）	HL - Y - 2	

Y26	Q2.6	HL2 绿灯（指示灯）	HL - G - 2	
Y27	Q2.7	HL3 红灯（指示灯）	HL - R - 2	

3. 网络及其他

请完成 PLC 网络连接；主、从站 PLC 与对应触摸屏的连接；RFID 与从站 PLC 进行连接（参考技术手册）。

（三）气路连接及调节

按《设备气动系统图》（图号 10）连接气动系统的气路，调节输入气压和各节流阀，使气缸运行平稳。气路的布局、走向、绑扎应符合工艺规范。

注意：选用 ABB 工业机器人的参赛选手，应额外使用电磁阀组对工具快换装置和手爪进行的气路进行控制，请参赛选手自定电磁阀组的安装位置，相关 PLC 控制的 I/O 请自行确定。

（四）参数设置

直角坐标机械手相关的伺服驱动器参数已经设置完毕，相关参数如下表：

序号	参数		设置值		功能和含义
	参数编号	参数名称	X 轴	Y 轴	
1	Pr0.01	控制模式	0	0	0：位置控制模式
2	Pr0.02	实时自动调整设定	1	1	1：基本模式，不进行偏载重和摩擦补偿，也不使用增益切换。
3	Pr0.03	实时自动调整机械刚性设定	12	20	设定值增大，则速度响应性变快，伺服刚性也提高，但容易产生振动。请在确认动作的同时，将设定值由低向高进行调整。
4	Pr0.04	惯量比	250	250	设定负载惯量与电机的转子惯量的比， $Pr0.04 = (\text{负载惯量} / \text{转子惯量}) \times 100\%$
5	Pr0.06	指令脉冲旋转方向设定	1	1	正方向运行时，方向信号为“H”； 负方向运行时，方向信号为“L”。
6	Pr0.07	指令脉冲旋转输入模式设定	3	3	脉冲列+符号
7	Pr0.08	电机每旋转一圈的指令	7500	7500	设定电机每旋转一圈的指令脉冲数

		脉冲数			
8	Pr5.04	驱动禁止输入设定	2	2	POT/NOT 输入任意一方将会发生 Err38 【驱动禁止输入保护】
9	Pr5.28	LED 初始状态	1	1	1: 电机速度

注：X 轴和 Y 轴的导程为 75mm，Z 轴的导程为 3mm。

变频器参数请自行设置（分选输送单元），传送带高速运行时，变频器输出频率为 35Hz，低速运行为 25Hz。

光纤传感器的设置请参考手册。

三、联轴器自动分选生产线 I/O 测试

直角坐标机械手的范例工程文件可通过赛场服务器下载，工业机器人的范例程序已经保存在工业机器人系统中。

请选手编写主站 PLC 程序，实现功能：单击主站触摸屏上的启动按钮，料盘电机转动，供料输送单元传送带正转、反转，卡料气缸和三个推料气缸伸出，主站“按钮指示灯模块”的所有指示灯点亮。

编写从站 PLC 程序，实现功能：单击从站触摸屏上的启动按钮，分选输送单元传送带正转、反转，三个推料气缸伸出，从站“按钮指示灯模块”的所有指示灯点亮，警示灯全亮。

注：本任务竞赛结束后，裁判将检测所有传感器输入与对应 PLC 输入点的电路连接正确性，通过上述程序检测 PLC 输出与触摸屏连接的正确性。

安装情况记录单

工位号：

主站 PLC I/O 测试

输入端子		功能说明	检测 结果	输出端子		功能说明	检测 结果
三菱	西门子			三菱	西门子		
X0	I0.0	首端检测		Y0	Q0.0	传送带脉冲	
X1	I0.1	末端检测					
X2	I0.2	大料检测		Y3	Q0.2	传送带方向	
X3	I0.3	中料检测					
X4	I0.4	小料检测		Y5	Q0.5	驱动直流电机	
X5	I0.5	卡料到位		Y6	Q0.6	驱动卡料	
X6	I0.6	推料一到位		Y7	Q0.7	驱动推料一	
X7	I0.7	推料二到位		Y10	Q1.0	驱动推料二	
X10	I1.0	推料三到位		Y11	Q1.1	驱动推料三	
X24	I2.4	启动按钮		Y25	Q2.5	HL1 黄灯	
X25	I2.5	停止按钮		Y26	Q2.6	HL2 绿灯	
X26	I2.6	选择开关		Y27	Q2.7	HL3 红灯	
X27	I2.7	急停按钮					

工位号：

裁判签名：

工位号：

从站 PLC I/O 测试

输入端子		功能说明	检测 结果	输出端子		功能说明	检测 结果
三菱	西门子			三菱	西门子		
X0	I0.0	编码器 A 相		Y0	Q0.0	X 轴脉冲信号	
X1	I0.1	编码器 B 相		Y1	Q0.1	Y 轴脉冲信号	
X2	I0.2	X 轴左限位		Y2	Q0.3	Z 轴脉冲信号	
X3	I0.3	X 轴原点		Y3	Q0.2	X 轴方向信号	
X4	I0.4	X 轴右限位		Y4	Q0.7	Y 轴方向信号	
X5	I0.5	Y 轴左限位		Y5	Q1.0	Z 轴方向信号	
X6	I0.6	Y 轴原点		Y6	Q1.1	机械手快换松	
X7	I0.7	Y 轴右限位		Y7	Q1.2	机械手快换紧	
X10	I1.0	Z 轴下降限位		Y10	Q1.3	机械手手爪松	
X11	I1.1	Z 轴上升限位		Y11	Q1.4	机械手手爪紧	
X12	I1.2	首端检测		Y12	Q0.4	警示灯黄	
X13	I1.3	末端检测		Y13	Q0.5	警示灯绿	
X14	I1.4	推料一伸出		Y14	Q0.6	警示灯红	
X15	I1.5	推料二伸出		Y15	Q1.5	驱动推料一	
X16	I1.6	推料三伸出		Y16	Q1.6	驱动推料二	
				Y17	Q1.7	驱动推料三	
X24	I2.4	起动按钮		Y20	Q2.0	变频器正转	
X25	I2.5	停止按钮		Y21	Q2.1	变频器反转	
X26	I2.6	选择开关		Y22	Q2.2	变频器高速	
X27	I2.7	急停按钮		Y23	Q2.3	变频器低速	
				Y25	Q2.5	HL1 黄灯	
				Y26	Q2.6	HL2 绿灯 (
				Y27	Q2.7	HL3 红灯	

工位号：

裁判签名：



ChinaSkills

2021 年全国职业院校技能大赛

中职组

机电一体化设备组装与调试赛项

任

务

二

2021 年 6 月 长沙

联轴器自动分选生产线编程与调试

工作目标:

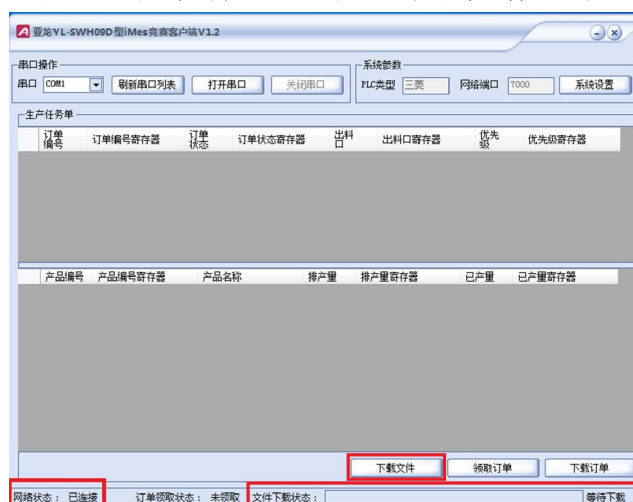
1. 请根据现场设备的接线及相应规范，完善电气工程图。
2. 根据联轴器自动分选生产线运行的功能要求，完成 PLC、工业机器人程序的编写，制作人机交互界面，并完成生产线的联调。
3. 填写安装与调试记录单。

工作时间:

6 小时（8:30 ~ 14:30）

注意事项:

1. 设备调试过程中必须佩戴安全帽；
2. 设备上电前，必须请示现场裁判；
3. 竞赛结束前，做好本工位的清洁卫生及相关工具整理；
4. 工程文件下载方法：双击电脑桌面上的“亚龙 YL-SWH09D 型 iMes 竞赛客户端”图标，打开软件，软件界面左下角的网络状态显示为“已连接”，则表示该软件已经与现场服务器连接。



点击界面下方的【下载文件】按钮，开始下载“设备调试程序”，如果文件下载状态栏显示“下载完毕”，则相关工程文件以压缩包格式存储在计算机 D 盘的根目录下。

一、完善电气工程图

在赛场服务器下载的“设备调试程序”压缩包中，有联轴器自动分选生产线的电气工程图，该图尚未完善，请打开电气工程图文件，在首页填写工位号和日期；从第 3 页开始至最后一页，根据现场设备的接线，按照电气安装规范，将虚线框内的电气符号及接线补充完整，完成后删除该虚线框。

电气工程图的提交：将完成后的电气工程图以 PDF 格式导出，并保存在 D 盘根目录下，名为工位号加 A 的文件夹中（选手自建该文件夹），如 03 号工位，文件夹名为“03A”。

二、联轴器自动分选生产线概述

联轴器自动分选生产线可根据订单的要求将联轴器按外径 Φ 、高度 L 进行分选包装。可供分选的联轴器有三种规格，其高度 L \times 外径 Φ 分别为：20mm \times 30mm、25mm \times 35mm 和 30mm \times 42mm，对应的产品代码分别为 2030、2535 和 3042。

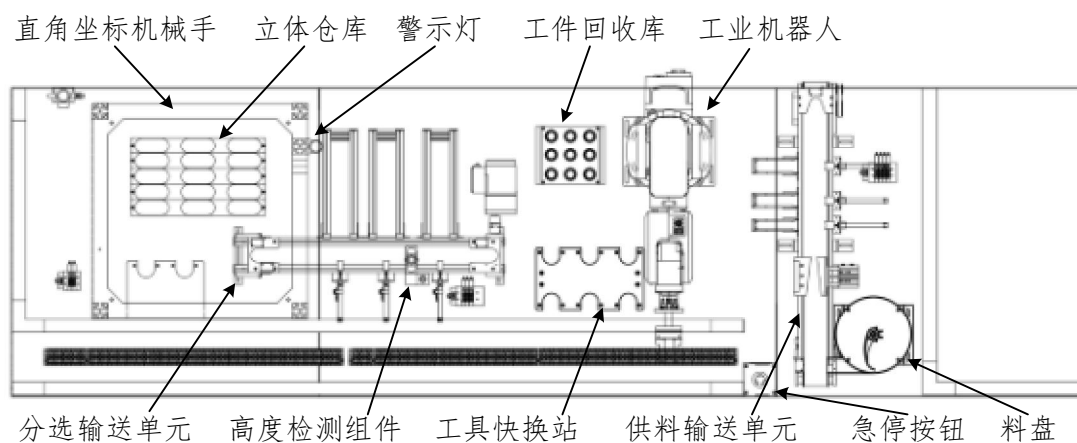


图 1 联轴器自动分选生产线布局示意图

生产线主要由料盘、供料输送单元、工业机器人（含工具快换站）、分选输送单元（含高度检测组件）、直角坐标机械手（含警示灯）、立

体仓库和工件回收库组成，各单元及模块的总体布局如图 1 所示。

整条生产线由两套 PLC、触摸屏系统进行控制，控制模式分为调试模式和订单生产模式。

在调试模式下，主站 PLC 负责料盘、供料输送单元以及与工业机器人的交互控制；从站 PLC 完成分选输送单元和直角坐标机械手的交互控制。主、从站触摸屏和按钮指示灯模块实现相应单元的监控。

在订单生产模式下，主、从站 PLC 控制的单元、模块与调试模式相同，主站触摸屏实现订单数据的输入和对订单生产数据的查询，从站触摸屏用于生产过程与数据监控。

直角坐标机械手的范例工程文件可通过赛场服务器下载，工业机器人的范例程序已经保存在工业机器人系统中，请选手在此基础上编写 PLC 及触摸屏程序，使生产线能按功能要求正常运行。

三、生产线运行的功能要求

（一）生产线上电后的初始状态

联轴器自动分选生产线上电后，各单元复位为初始状态。即料盘电机不转动；供料输送单元传送带不运转，卡料斜槽松开，各推料气缸缩回；工业机器人各轴回到原点位置；分选输送单元传送带不运转，各推料气缸缩回；直角坐标机械手各轴回到原点位置；黄色和绿色警示灯闪烁（1Hz）；主、从站旁边“按钮指示灯模块”的指示灯均熄灭；两台触摸屏均显示如图 2 所示的登录界面。

注：调试时，工业机器人和直角坐标机械手的手腕部应处于无手抓状态。（在调试过程中，出现手抓跌落的情况属安全文明操作不规范）

图 2 系统登录界面

系统默认操作员为 Admin，密码为“操作员名”+“235”，例：操作员 Admin 的密码为 Admin235。如果操作员和登录密码匹配，则系统进入下一界面；若不匹配，则弹出对话框，显示“密码错误！”，4 秒后对话框消失，操作员和登录密码编辑框清空。

登录成功后进入的界面与主、从站 PLC 旁边各自的选择开关的状态有关。当选择开关接通时，则主、从站触摸屏均进入“调试界面”；选择开关断开时，主站触摸屏进入“订单设置与总控”界面，从站触摸屏进入“生产过程与数据监控”界面。改变选择开关的状态，主、从站触摸屏则可在各自的界面之间切换。

（二）调试模式

1. 主站调试

主站调试界面如图 3 所示，触摸屏中“供料输送单元”指示灯默认为绿色，“工业机器人”指示灯为黄色，该状态表示可对供料输送单元进行调试。

按下【调试单元选择】按钮，“工业机器人”指示灯转变为绿色，“供料输送单元”指示灯转变为黄色，该状态表示可对工业机器人进行调试。通过【调试单元选择】按钮，可实现调试对象的切换。

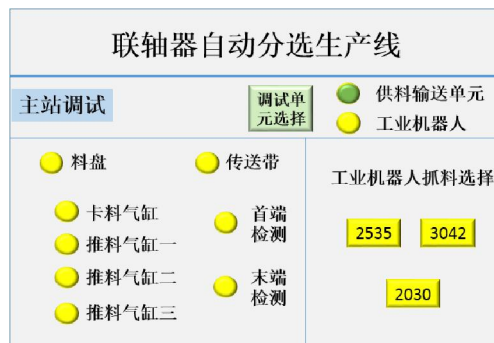


图 3 主站调试界面

(1) 供料输送单元调试

当按下主站“按钮指示灯模块”中的绿色启动按钮（对应线号为 Start-1），料盘电机转动，5 秒后停止，随后供料输送单元的传送带正向运转，可将工件由传送带首端向末端方向传送，按下红色停止按钮（对应线号为 Stop-1）传送带停止运行。在触摸屏上，料盘电机运行时，料盘指示灯由黄色转变为绿色；传送带运行时，传送带指示灯变为绿色；料盘电机和传送带停止时，对应指示灯恢复为黄色。

调试时，手动将工件放置到传送带首端，触摸屏上首端检测指示灯变为绿色，3 秒后卡料气缸（靠近料盘处的第一个气缸）伸出，伸出到位 3 秒后，推料气缸一伸出，依此规律，后续两个气缸伸出，上述各气缸伸出到位时，触摸屏上的对应指示灯变绿。如果因某些原因，气缸伸出不到位，后续气缸暂停，直到故障排除才可继续动作。

手动将工件放置到传送带末端，触摸屏上末端检测指示灯变为绿色，3 秒后，传送带上的各气缸缩回，缩回到位后，触摸屏上左下侧区域的 8 个指示灯恢复为黄色，至此，供料输送单元调试完毕。

在正常调试过程中，“按钮指示灯模块”中的绿色指示灯闪烁，频率 2Hz，因故障或按下急停按钮时，调试流程暂停运行，红色指示灯以 1Hz 的频率闪烁，绿色指示灯熄灭。故障排除或急停按钮复位后，红色指示灯熄灭，绿色指示灯恢复闪烁。供料输送单元调试完毕，绿

色指示灯熄灭。

(2) 工业机器人调试

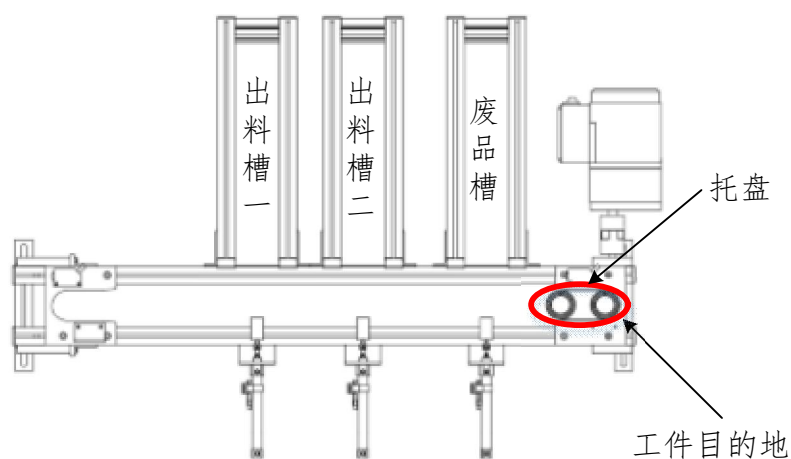


图 4 搬运工件目的地示意图

工业机器人调试的主要目的是测试工业机器人是否能准确完成工件（联轴器）的搬运。调试过程中需要完成 3 次工件搬运，约定待搬运工件的存放地点和搬运目的地如下：产品代码为 2030、2535 和 3042 的联轴器的存放地点分别为供料输送单元对应的工件滑槽底部；搬运的目的地在分选输送单元传送带的首端（放置有工件托盘），如图 4 所示。

注意：在订单生产模式中，3 种工件搬运的目的地可能是托盘中的任意位置。

当调试单元选择的调试对象为“工业机器人”时，触摸屏界面右下侧的 3 个工件选择按钮才可被按下。工业机器人在搬运工件前，首先应在触摸屏上选择需要搬运的工件，3 个工件选择按钮为三选一的关系，当某个按钮被按下时，该按钮显示为绿色，其余两个按钮显示为黄色。当选择某一待搬运工件后，按下“按钮指示灯模块”中的绿色启动按钮，工业机器人运动到工具快换站上方，拾取对应的手抓，然后将该工件从存放地搬运至目的地，搬运完成后，工业机器人将手

抓放回到工具快换站，机器人回到初始位置等待，工件搬运过程结束，触摸屏上的工件选择按钮恢复为黄色。

2. 从站调试

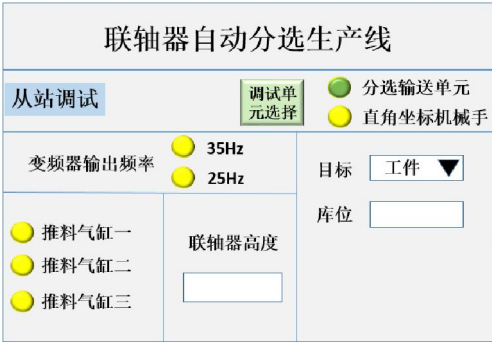


图 5 从站调试界面

从站调试界面如图 5 所示，触摸屏中“分选输送单元”指示灯默认为绿色，“直角坐标机械手”指示灯为黄色，该状态表示可对分选输送单元进行调试。按下【调试单元选择】按钮，“直角坐标机械手”指示灯转变为绿色，“分选输送单元”指示灯转变为黄色，该状态表示可对直角坐标机械手进行调试。通过【调试单元选择】按钮，可实现调试对象的切换。

(1) 分选输送单元调试

分选输送单元调试前，需要在传送带末端适当位置放入一个工件（联轴器），随后按下从站“按钮指示灯模块”中的启动按钮，传送带反转（工件被送往传送带首端），变频器输出频率为 25Hz。当工件到达“高度检测组件”正下方时，传送带暂停 5 秒，触摸屏上显示出联轴器的高度值。5 秒后，变频器以 35Hz 的输出频率驱动传送带正转，当工件到达最后一个出料槽中心位置时，传送带停止运行，该位置的推料气缸伸出，将工件推入出料槽。该推料气缸伸出到位 3 秒后，其余 2 个推料气缸伸出，伸出状态保持 5 秒后，3 个气缸同时缩回，分选输送单元调试结束。

传送带运行时，触摸屏上对应的变频器输出频率指示灯变为绿色；传送带停止运行时，该指示灯恢复为黄色。推料气缸伸出时，对应推料气缸指示灯变为绿色，气缸缩回后恢复为黄色。

(2) 直角坐标机械手调试

直角坐标机械手调试的主要目的确定机械手从立体仓库抓取托盘或工件的准确性。

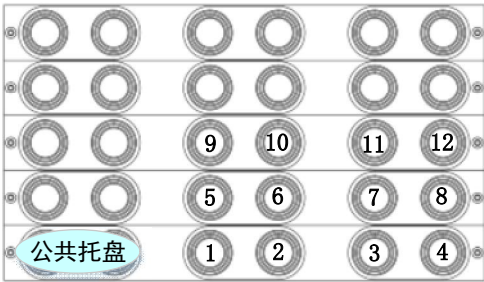


图 6 立体仓库库位分布图

立体仓库的库位分布如图 6 所示，1 到 4 号库位为立体仓库的最底层，1 号和 2 号库位共用一个托盘，以此类推，1~12 号库位总计摆放 6 个托盘，1、2 号库位左侧还摆放有一个公共托盘。调试开始前，所有库位都要摆放托盘。

当从站调试对象切换为“直角坐标机械手”后，首先需要在触摸屏上设置抓取目标，“目标”下拉菜单可供选择的目标为工件或托盘。

“库位”编辑框可输入 1~12 之间的数字。举例说明如下：当目标选择为工件，编辑框输入的库位为 5 时，表示机械手应到 5 号库位抓取工件；当目标选择为托盘时，库位编辑框输入 5 或 6，均是指机械手应到该库位抓取托盘。调试前，“目标”选择为工件时，应手动放置一个工件到指定的库位中。

设置完毕后，按下“按钮指示灯模块”的启动按钮，机械手从原点位置出发，运行到手抓托盘位置拾取对应的手抓，拾取完成，回到

原点位置，随后机械手运行到指定的位置抓取工件或托盘，抓取完成，再次回到原点，然后机械手将工件或托盘放置到分选输送单元的末端位置。放置完成，机械手再经过原点，将手抓放回到手抓托盘上，最后机械手回到原点位置。至此，直角坐标机械手调试结束。

在抓取工件或托盘的过程中，触摸屏上显示提示信息，如图 7 所示，显示的提示信息为“工件抓取中!”或“托盘抓取中!”，调试结束后提示信息消失。

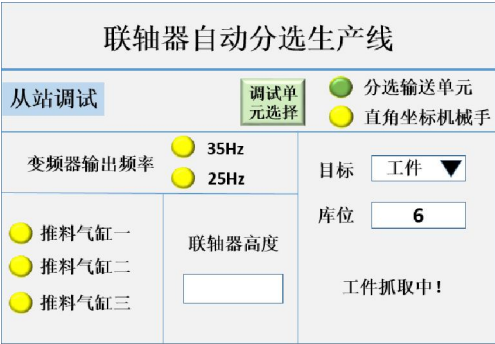


图 7 提示信息显示

(三) 订单生产模式

1. 订单设置与总控

当主站进入订单生产模式时，主站触摸屏显示如图 8 所示的订单设置与总控界面。界面右上角的“从站就绪”指示灯显示从站就绪的状态。即：从站没有进入订单生产模式，该指示灯为红色；从站进入订单生产模式，则该指示灯为绿色。



图 8 订单设置与总控界面

在订单设置表格中，可设置两个订单，订单编号为 1~50 中的任意值，订单编号不可重复。产品数量栏填写订单中某种规格的产品需求数量，同一订单中单一产品数量不超过 5，产品总数不超过 6。出料槽可选填 1 或 2，出料槽在分选输送单元的分布如图 4 所示。客户名称英文。

订单设置完毕后，单击【订单确认】按钮。若订单编号、产品数量不符合规则，则在订单下方的系统信息区域显示提示信息，“订单编号错误，请修改！”或“产品数据不合规，请修改！”。如果无误，则不显示任何信息。

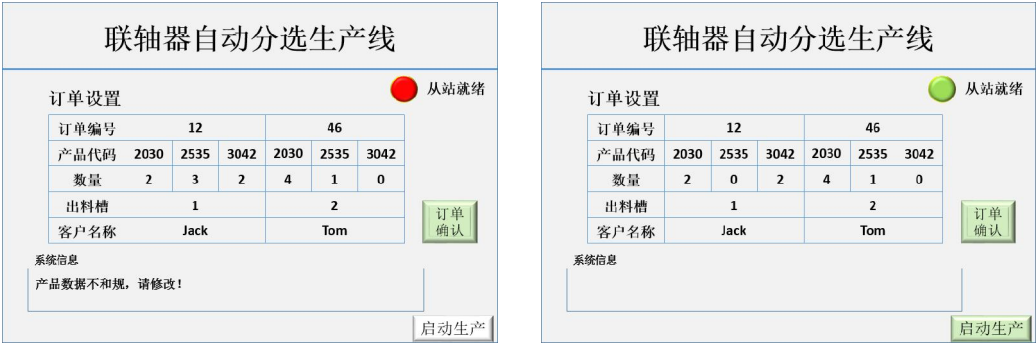


图 9 错误和正确订单示例

在订单确认无误，且从站准备就绪的情况下，触摸屏右下角的【启动生产】按钮由灰色转变为绿色，可以启动生产，否则该按钮无效。

在本系统中，订单编号值小的优先生产。按下【启动生产】按钮后，主站触摸屏转换为生产过程数据总控界面，如图 10(a)所示。在生产过程中，生产过程数据会实时更新；系统信息格式为：信息：“系统时间”客户“某某”的订单已启动生产。其中，“系统时间”与当前时间相同，其他引号所指的内容与订单相符。订单生产完毕，系统信息显示为：信息：“系统时间”客户“某某”的订单生产完毕。请到出料口“X”领取。在触摸屏的右下角出现【继续生产】按钮，如图 10(b)所示。



图 10 生产过程数据总控界面

当前订单生产完毕，如果还有订单等待生产，按下【继续生产】按钮，则继续下一订单的生产，如果两个订单都生产完毕，且所有生产环节已经结束，按下【继续生产】按钮，则跳转到如图 8 所示的订单设置与总控界面。

2. 生产过程与数据监控

启动生产前，立体仓库如图 6 所示的库位和公共托盘位置均摆放有托盘，直角坐标机械手的手抓有托盘手抓和通用工件手抓两种；机器人手抓快换站中已经配置好适用于抓取不同规格联轴器的手抓，共三种。前述手抓的安装位置请参赛选手自定。

从站触摸屏的“生产与数据监控”界面如图 11 所示，通过触摸屏右上角的【生产数据】或【生产过程】按钮可实现两个界面的切换。

“主站就绪”指示灯显示主站就绪的状态，如果主站没有进入订单生产模式，该指示灯为红色；若主站切换到订单生产模式，则该指示灯为绿色。



图 11 生产过程与数据监控界面

联轴器自动分选生产线的生产过程分为入库、分选、补料和回收四个环节。

(1) 入库

主站订单设置完成，按下主站触摸屏上的【启动生产】按钮后，安装在直角坐标机械手上的绿色警示灯闪烁，闪烁频率 2Hz，表示生产线正常工作。

1) 料盘与送料输送单元

启动生产后，料盘电机旋转，将工件（安装好的联轴器）从料盘送出（手动辅助完成），当送料输送单元首端检测光电开关检测到工件时，料盘停止运转，送料输送单元的传送带正转，同时卡料气缸伸出，卡料气缸旁的光纤传感器检测出工件的型号后，卡料气缸缩回，传送带将工件送达与工件规格匹配的斜槽位置，传送带停止运行，随后对应气缸将工件推入斜槽中。

启动生产后，在“生产过程与数据监控”界面，“入库”指示变为绿色。在送料输送区域，当料盘电机或传送带运行时，对应的指示灯变为绿色，停止运行时恢复为黄色；“产品”指示在卡料气缸处缩回时显示检测出的产品代码。不同时间，界面显示的示例如图 12 所示。

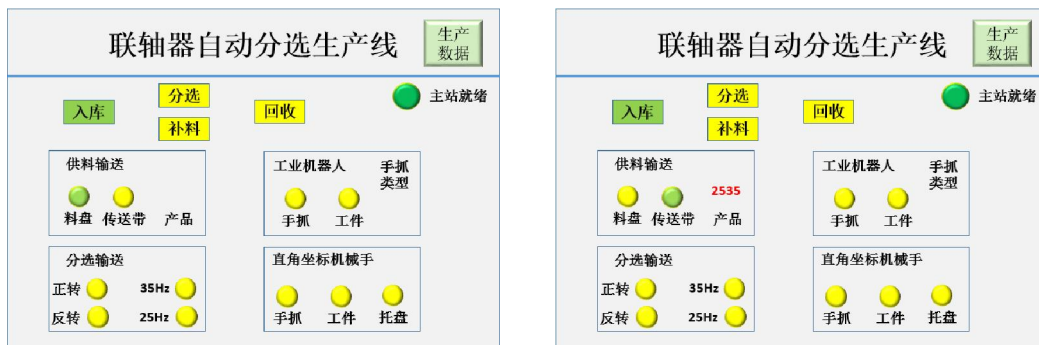


图 12

2) 工业机器人

当工件被推入斜槽后，从站触摸屏上工业机器人区域“手抓类型”处显示待抓取工件的代码，以提示操作人员注意工件与手抓的匹配。工业机器人从初始位置开始，到“工具快换站”拾取手抓，然后将工件搬运到分选输送单元首端的托盘中，完成后将手抓放回“工具快换站”，最后回到初始位置，等待下一个工件的抓取。

在触摸屏上“工业机器人”区域，当工业机器人运行目的是拾取或放回手抓时，“手抓”指示灯绿色闪烁（2Hz），当运行目的是抓放工件时，“工件”指示灯绿色闪烁（2Hz），否则恢复黄色。当工业机器人放回手抓后，“手抓类型”指示消失。当工件被抓离供料输送单元的斜槽时，供料输送区域的“产品”指示处的代码不再显示。某时刻，上述显示的示例如图 13 所示。

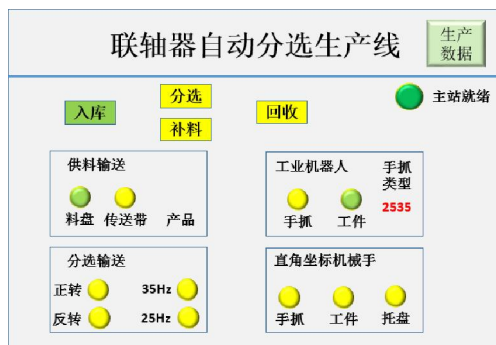


图 13

当工业机器人将工件抓离供料输送单元时，料盘启动，送出下一

个工件。如果抓取的工件数量足以放满立体仓库时，料盘不再送出工件。

3) 直角坐标机械手与分选输送单元

在按下主站触摸屏上的【启动生产】按钮时，直角坐标机械手抓取立体仓库中的公共托盘，然后将公共托盘放到分选输送单元的末端位置。当托盘放置到位，机械手将手抓放回手抓托盘后回到原点位置等待。

从站触摸屏上直角坐标机械手区域，当运动目的是抓放手抓、工件或托盘时，触摸屏对应的指示灯绿色闪烁(2Hz), 完成后恢复黄色。如图 14 所示。

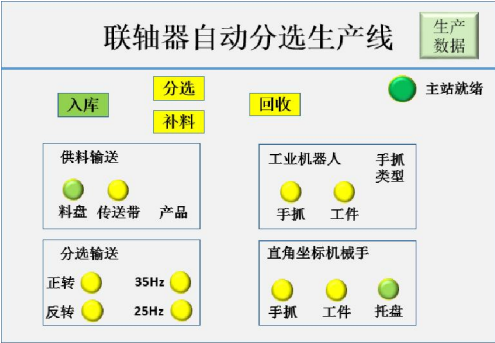


图 14

当托盘放置到位，手抓离开后，分选输送单元的传送带反转，将托盘送到传送带首端，随后传送带停止。传送带反转时变频器输出频率为 25Hz。触摸屏上正反转及相应频率值的指示灯与传送带和变频器的实际工作情况一致，例如，当传送带反转，变频器输出频率 25Hz 时，对应的指示灯为绿色，当传送带停止，变频器停止输出时，指示灯恢复为黄色。如图 15 所示。

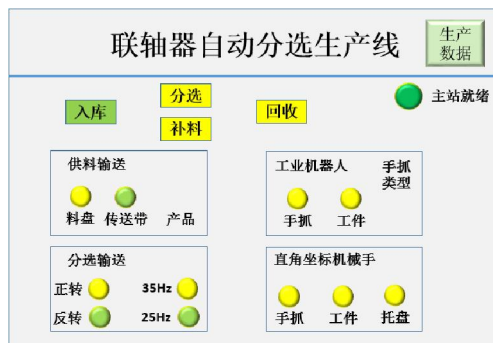


图 15

托盘到达传送带首端后，等待工业机器人往托盘里放置工件，当托盘里两个位置均放有工件后，变频器以 35Hz 的频率驱动电机使传送带正转，当托盘到达传送带末端时，传送带停止，然后由直角坐标机械手将工件送到立体仓库中。此后，传送带依照前述方式在传送带上往复运送工件，直至立体仓库中所有库位均放置有工件。当最后一个工件放置完毕，直角坐标机械手更换手抓，将公共托盘放回原位，然后机械手将手抓放回手抓托盘。至此入库生产环节完成。

从站触摸屏上各种指示灯或显示，与前述规则相同。

直角坐标机械手将工件放入立体仓库中的库位时，需要依据库位编号从小到大的顺序依次放置，并且在从站触摸屏的生产数据里显示各库位里工件的产品代码。图 16 为已经放置 5 个工件的情况示意图。



图 16

入库生产环节完成后，生产线暂停运行，操作人员按下从站“按钮指示灯模块”中的启动按钮，生产线进入分选生产环节。

(2) 分选

进入分选生产环节后，“生产与数据监控”界面的“入库”指示恢复为黄色，“分选”指示转变为绿色。

生产线将根据订单的数据进行分选生产，以图 17 (a) 所示的订单为例说明如下，订单中要求分选 2030 和 3042 的工件各 2 个，并送入出料槽一。



图 17

进入分选生产环节，直角坐标机械手将立体仓库中所需的工件按库位编号由小到大的顺序抓取到分选输送单元的传送带上(仅抓取工件)，抓取时优先抓取产品代码数值小的产品，满足订单中对该工件的数量要求后再抓取产品代码数值大的产品。在图 17 (b) 中，库位 1 和库位 2 中原来存放的就是代码为 2030 的工件，已经顺利完成分选，当抓取第 3 个工件时，因库位 3 不再是该订单需要的产品，则库位 3 的工件不能被抓取，应在库中剩余的工件中抓取所需的工件。

当工件被放置到传送带上以后，传送带反转（变频器输出频率 25Hz），将工件送至高度检测组件正下方，对工件高度进行检测。如果高度误差在 $\pm 2\text{mm}$ 内（含），则该工件可以送入出料槽一中，如果高度误差大于 $\pm 2\text{mm}$ ，则该工件为装配不合格产品，应该被推送到废品

槽中。

注：由于联轴器在装配过程中需要将联轴器的三个部件压紧，如没有压紧，则为不合格产品。

在“生产过程与数据监控”界面的生产数据的显中，会在出料槽位置依次显示所推出工件的实际高度值。如图 18 所示，图中推到出料槽 1 的第二个工件高度值是 31mm，满足误差要求，推到废料槽的工件高度值为 45mm，该工件高度大于误差要求。图中的良品率是指经过高度检测的工件中，符合误差要求的工件所占的比率，图中推到槽内的工件总计有 4 个，其中 1 个是不合格产品，所以良品率是 75%。



图 18

（3）补料

在订单生产过程中，如果立体仓库里某规格的工件库存为零，不能继续当前订单生产的情况，则生产线暂停运行。此时，直角坐标机械手上的红色和绿色警示灯闪烁（2Hz）。

当操作人员按下从站“按钮指示灯模块”中的绿色按钮，生产线进入补料生产环节，从站触摸屏上的“补料”指示绿色显示，其他生产环节的指示变为黄色。

进入补料生产过程时，直角坐标机械手将公共托盘放置到分选输

送单元的末端，其传送带将公共托盘运送到传送带首端等待（系统运行的相关参数及从站触摸屏上的显示与入库生产环节相同）。

进入补料生产环节，料盘转动，随机送出工件，在供料输送单元的卡料气缸处，检测来料工件的规格，若该工件不是订单生产过程中所缺的工件，则该工件被传送到供料输送单元的末端，由人工将该工件拿走。工件拿走后，料盘继续供料。如果该工件是当前订单所缺工件，则该工件被推入相应的滑槽，由工业机器人将该工件搬运到公共托盘中。当公共托盘被装满后，依照入库生产流程将该工件送入立体仓库中。当立体仓库中已有足够满足当前订单生产需求的工件时，后续补料的工件则不再需要被送到供料输送单元的末端，料盘所供出的工件都送到立体仓库，直至立体仓库的所有库位装满。

注意：若最后仅需一个工件即可摆满立体仓库，则公共托盘最后一次送料时无需将公共托盘装满。

补料结束时，公共托盘被直角坐标机械手送回到立体仓库中，系统自动转为分选生产环节，直角坐标机械手上的警示灯恢复绿色闪烁。

此后，生产线继续订单生产，根据实际情况在分选和补料生产环节切换，直至所有订单生产完毕。

（4）回收

当所有订单生产完毕，生产线进入回收生产环节。此时，从站触摸屏上的“回收”指示绿色显示，其他生产环节的指示变为黄色。

回收时，直角坐标机械手首先将公共托盘放置到分选输送单元的末端，随后更换手抓，在立体仓库剩余的工件中，将其库位号最小和

库位号最大的工件放置到公共托盘中（模拟代表剩余的所有工件），然后将手抓放回直角坐标手抓托盘。

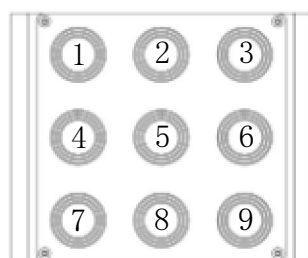


图 19 工件回收库库位示意图

当剩余工件被放回到公共托盘后，分选输送单元传送带将公共托盘送达传送带首端，工业机器人根据剩余工件的规格，选择对应的手抓将工件依次放置到工件回收库的 8 号库位（放置完成后立即手动将该工件取走），如图 19 所示。然后工业机器人放回手抓，回到初始位置；分选输送单元的传送带正转，将公共托盘运送到传送带末端；直角坐标机械手将公共托盘放回原位，最后放回手抓，回到初始位置。至此，回收生产环节结束。

四、安装与调试记录单

1. 本次调试的设备供电电源为三相交流电源，电源的额定线电压为-----，额定频率为-----。该电源相线与零线之间的电压称为-----，其有效值为-----。

2. 测量安装是否水平时，使用-----。

3. 本次使用的触摸屏，型号为-----，使用触摸屏的组态软件是-----。

4. 本次使用的变频器型号为：-----，工业机器人品牌为：-----。

5. 平垫片 $\Phi 4.5 \times 9 \times 0.8$ ，该垫片的内径为-----，外径为-----，厚度为-----。

6. 本次竞赛使用的智能型数字光纤传感器 FM-E31，该传感器初始化方式中需要同时按住-----和-----按钮保持 3 秒时间。

7. 本次竞赛使用的 UK1A/G2-0ASY 型超声波传感器，最远检测距离为-----，最小检测距离为-----，供电电源电压为-----。

8. CK-FR01-A01 工业级高频 RFID 读写器的功耗为：-----，工作频率为：-----，读卡距离为：-----。